

**Kode>Nama Rumpun Ilmu: 111/Fisika**

**Laporan Akhir**  
**HIBAH KOMPETENSI**



**STUDI PERUBAHAN FASE MODEL MAGNETIK SIMETRI POLIHEDRAL  
PADA KISI REGULER DAN KOMPLEKS**

**TIM PENELITIAN**

**Ketua Peneliti: Dr. Tasrief Surungan, M.Sc. (NIDN:0022026702)**  
**Anggota Peneliti: Drs. Bansawang BJ, M.Sc.(NIDN: 0006126303)**  
**Prof. Dr. Dahlang Tahir, M.Sc. (NIDN:0007097502)**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
**Oktober 2014**

## Laporan Akhir

Judul : Studi perubahan fase model magnetik simetri polihedral pada kisi reguler dan kompleks

### Ringkasan Eksekutif

Studi perubahan fase (PF) merupakan salah satu kajian penting dalam fisika modern baik secara teoretik maupun eksperimen[1]. Hal ini disebabkan oleh kenyataan bahwa beberapa bahan memiliki sifat khusus dan bernilai tinggi jika berada dalam fase tertentu. Contoh paling lazim adalah bahan magnetik yang berada pada fase feromagnetik di bawah temperatur Curie. Fase magnetik adalah fase teratur yang merupakan realisasi dari gejala kerja-sama (*cooperative phenomena*) antara spin-spin (momen magnetik) yang sukses mengatasi fluktuasi termal[2]. Bahan magnet memiliki aplikasi sangat luas, dari *storage*, saklar, sensor, *recorder* magnetik, hingga komponen utama pembangkit listrik.

Penemu-kenalan keberadaan PF dan sifat-sifatnya merupakan topik penting yang perlu dikaji. PF terjadi akibat adanya kompetisi antara sifat internal bahan (dinyatakan dalam tetapan gandeng) dan fluktuasi termal. Untuk bahan magnetik yang mengalami PF kontinu (orde kedua), karakteristik bahan di sekitar titik kritis ditentukan oleh sejumlah parameter kritis. Perolehan parameter kritis secara teoretik dan eksperimen sangat penting sebab memiliki sifat universalitas dimana sistem fisis berbeda dapat memiliki nilai kritis yang sama. Parameter kritis memuat informasi skenario kerusakan simetri dari sistem; dimana nilainya secara umum bergantung pada dimensi ruang, tetapan gandeng dan sifat simetri spin. Penemu-kenalan sifat kritis model-model magnetik berperan penting dalam pengembangan material baru dengan unjuk kerja (*performance*) handal.

Tujuan jangka panjang penelitian ini adalah menentukan nilai parameter kritis model-model magnetik dengan spin ber-simetri polihedral untuk berbagai jenis tetapan gandeng dan jenis kisi, baik reguler maupun kompleks. Model-model ini dapat meliputi sistem feromagnet, antiferomagnet, magnet acak (*spin-glass*) dan magnet tak-murni (*dilution*). Dari segi sifat simetri spin, model magnetik jenis ini merupakan versi diskret dari model Heisenberg (simetri grup  $O_3$ ) yang diperoleh dengan membagi sama rata sudut padat (*solid angle*)  $4\pi$  dari struktur bola (*sphere*). Terdapat lima struktur polihedral yaitu *tetrahedron*, *octahedron*, *hexahedron* (*kubik*), *icosahedron* dan *dodecahedron*. Untuk setiap struktur ini, orientasi spin dimungkinkan mengarah ke titik sudut atau ke rusuk; misalnya untuk kubik dapat diperoleh model rusuk kubik (*edge-cubic*) dengan 12 kemungkinan arah spin.

Secara khusus, masalah penting yang akan dicoba dipecahkan dalam usulan penelitian ini adalah penemu-kenalan kestabilan fase magnetik sebagai fungsi dari rerata bilangan koordinasi. Bilangan koordinasi adalah jumlah tetangga terdekat dari setiap titik kisi. Untuk kisi bujur sangkar, bilangan koordinasinya adalah dua. Parameter rerata bilangan koordinasi dapat dikurangi atau ditambah dengan memperkenalkan *dilution* (ketakmurnian), yaitu dengan memandang bahwa sejumlah titik kisi tidak dihuni oleh spin; atau dengan menambah interaksi ekstra (struktur kisi terdekori). Bilangan koordinasi yang tidak bulat bersesuaian dengan dimensi ruang fraktal. Dengan demikian dimungkinkan diperoleh nilai kritis bilangan koordinasi.

Metoda yang digunakan adalah metoda Monte Carlo (MC). Alasan pemilihan metoda MC adalah karena merupakan metoda paling ampuh untuk studi perubahan fase sistem dengan banyak komponen yang saling berinteraksi (*many body interacting system*). Keluaran dari penelitian ini adalah pengetahuan baru tentang fase transisi sejumlah model magnetik simetri polihedral pada kisi reguler (2D, 3D) dan kompleks. Hasil yang telah diperoleh adalah versi kontinu dari spin polihedral, yaitu model Heisenberg pada jaringan skala bebas dan quasi reguler, masing-masing telah dipresentasikan dalam dua konferensi Inetrnasional dan makalahnya akan dipublikasi dalam bentuk posiding dan jurnal internasional.

**Keywords:** *Phase transition, critical phenomena, polyhedral symmetry, Heisenberg model, Monte Carlo*